

УДК 633.1+633.25

І. О. Огінова

*Дніпропетровський національний університет*

## АДАПТИВНІ РЕАКЦІЇ РЕПРОДУКТИВНОЇ СФЕРИ СОРГО ДО ДІЇ ГЕРБИЦИДІВ

Багаторічні дослідження репродуктивної сфери сорго у польових умовах дозволили встановити суттєвість впливу гербіцидів на розвиток волотей і стан пилку культурних рослин. Визначені інформаційні характеристики відповідних систем і можливі напрямки їх подальшого розвитку.

Long-term study of sorghum reproductive features under the field conditions has been allowed to determine the significance of herbicide influence on panicles and pollen state of the cultivated plants. Informational characteristics of appropriate systems and possible ways of their further development were fixed.

### Вступ

Сорго відноситься до культур, що здатні забезпечити стабільні та високі врожаї (зерна 20–40 ц/га, силосної маси 200–400 ц/га, зеленої маси за 2–3 покоси 250–600 ц/га) на бідних поживними речовинами та засолених ґрунтах [2]. За умови правильного виконання всіх агротехнічних заходів у сприятливі роки і в умовах зрошення можна реально довести врожай зерна сорго до 130–150 ц/га, а за даними американських дослідників – навіть до 600 ц/га [7].

За ґрунтово-кліматичними умовами Україна має великі потенційні можливості для зростання виробництва зерна та силосної маси сорго, яке може давати більш стабільні врожаї, ніж кукурудза. Порівняльний аналіз врожайності цих культур, проведений на державних сортових ділянках у різних зонах України, дозволив встановити, що середній урожай сорго був майже на 30 % вищий за кукурудзу [6]. Інтерес до сорго у нашій країні суттєво зростав після тривалих посух, коли інші зернові культури різко знижували врожайність. У цей час площа посівів цієї культури значно зростала, але через певний час знову зменшувалась унаслідок двох основних причин: з одного боку, сорго завжди відзначалось підвищеною продуктивністю і стійкістю до посухи, а з іншого – воно залишалось маловивченою культурою, потенційні можливості якої, внаслідок цього, реалізувались недостатньо. Характерна особливість сорго – дещо повільний ріст на початку вегетації, внаслідок чого ця культура не витримує конкуренції з бур'янами та знижує врожайність. Тому вирощування цієї культури потребує застосування гербіцидів.

Для сорго найбільш ефективними вважаються сим-триазини, але єдиної думки щодо способів і доз їх використання немає. До того ж, частина дослідників вважає, що сорго за своїми біологічними властивостями і чутливістю до гербіцидів ідентичне до кукурудзи, і тому система заходів боротьби із бур'янами для нього така сама [1; 5].

Однак численними дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених встановлено, що сорго більш чутливе до гербіцидів і потребує специфічного підходу до вирішення проблеми адекватного їх застосування. Особливо важливо це з огляду на нестачу інформації відносно впливу гербіцидів на репродуктивну сферу даної високопродуктивної сільськогосподарської культури.

### Матеріал і методи досліджень

Необхідність коректного вивчення даної проблеми зумовила проведення п'ятирічних досліджень у польових умовах на рослинах сорго гібриду Кормовий 5. Вивчено реакції репродуктивної сфери сорго на такі гербіциди як пропахлор (8 кг/га),

олеогезаприм (2,5 л/га), 2,4-ДА (1,5 л/га), примекстра (5 кг/га), дуал (4 і 6 л/га). Як адаптоген використовували гумат натрію [4] буровугільного походження, який застосовували для внесення у ґрунт (100 кг/га) та для обробки насіння (8–10 л 2,5 % розчину на 1 т насіння).

Довжину волотей сорго вимірювали в динаміці на 30 рослинах у трьох повторностях кожного варіанта дослідів. Для визначення стану пилку волоті фіксували в етанолі та фарбували розчином Люголя. На тимчасових препаратах підраховували кількість стерильних і фертильних пилкових зерен, вимірювали їх об'єм. У кожному варіанті досліджували не менше 5 000 клітин.

Усі одержані результати обробляли статистично з рівнем надійності 95 %. Для обчислення сили зв'язків між досліджуваними параметрами використовували кореляційний аналіз, а для встановлення характеру цих зв'язків – регресійний.

Для кожної пари ознак будували 15 математичних моделей різного типу, з яких найбільш адекватною вважали ту, що мала надійність не меншу за 95 %, максимальний коефіцієнт апроксимації та мінімальну стандартну помилку. Деякі системні закономірності з'ясували за допомогою таких інформаційних характеристик як максимальна та відносна ентропія, відносна організація системи та її надмірність [3]. Вони певною мірою дозволяють визначити ступінь організованості та можливі напрямки подальшого розвитку системи в умовах зовнішніх стресових впливів.

### Результати та їх обговорення

Польові дослідження дозволили встановити, що тривале використання гербіцидів негативно позначається на репродуктивному розвитку сорго. Зокрема, вже на початку формування волотей відмічено зменшення їх розмірів на 48–53 %. Оскільки розвитку репродуктивної сфери рослин завжди передують вегетативний розвиток, було доцільним з'ясувати, які ж саме зміни у ростових процесах провокують гербіциди і чи впливає на ці ознаки гумат натрію (табл. 1).

Таблиця 1

#### Вплив примекстри та гумату натрію на вегетативну сферу сорго (фаза 7–8 листків у сорго)

Варіанти	Обробка насіння	Висота рослин, см	Листова поверхня, дм <sup>2</sup>
Контроль (ручні прополки)	без обробки	68,12 ± 0,68	8,48 ± 0,21
Примекстра, 5 кг/га	без обробки	65,50 ± 0,73	6,35 ± 0,33
Примекстра, 5 кг/га	гумат натрію	68,31 ± 0,69 *	9,12 ± 0,21
Примекстра, 5 кг/га + гумат, 100 кг/га	без обробки	67,57 ± 0,71 *	8,50 ± 0,32 *
Примекстра, 5 кг/га + гумат, 100 кг/га	гумат натрію	70,55 ± 0,72	9,84 ± 0,27

**Примітка:** \* – варіанти, відносно яких спростована гіпотеза про наявність розбіжностей з контролем.

Виходячи з даних таблиці 1, можна стверджувати, що примекстра негативно впливає на ростові процеси сорго, гальмуючи не тільки лінійний ріст, а й розвиток листової поверхні. Натомість, використання фізіологічно активних гумусових речовин на тлі гербіциду дозволяє не тільки нормалізувати відповідні процеси, а й стимулювати їх (варіант із комплексним застосуванням гумату натрію для внесення під передпосівну культивування та обробки насіння). Аналогічні результати одержано й для інших досліджуваних гербіцидів, що свідчить про наявність загальнобіологічних ефектів у реакціях вегетативної сфери культурних рослин на хімічні засоби боротьби з бур'янами і доцільність використання протекторів широкого спектра дії. Системність розвитку рослинного організму дозволяє припустити, що відповідні зміни у вегетативній сфері знайдуть своє відображення й під час формування репродуктивних органів. Для перевірки цього припущення вивчали динаміку розвитку волотей сорго у фазах 8–10 і 10–11 листків (табл. 2).

Дані, наведені в таблиці 2, свідчать про наявність негативного впливу гербіцидів на розвиток волотей культурних рослин. Зменшення їх розмірів можна вважати проявом онтогенетичних пристосувальних реакцій. Нормалізувати хід онтогенезу рослин сорго дозволяють гумусові речовини. Відповідні реакції зафіксовані й при вивченні стану пилку сорго, про що свідчать дані табл. 3.

Таблиця 2

**Динаміка розвитку волотей сорго під впливом гербіцидів і гумату натрію**

Варіанти	Обробка насіння	Довжина волотей, см	
		8–10 листків	10–11 листків
Контроль (ручні прополки)	без обробки	0,53 ± 0,06	8,30 ± 0,04
Примекстра, 5 кг/га	без обробки	0,30 ± 0,02	6,50 ± 0,33
Примекстра, 5 кг/га	гумат натрію	0,31 ± 0,02	8,95 ± 0,47 *
Пропакхлор, 8 кг/га	без обробки	0,42 ± 0,04	5,50 ± 0,35
Пропакхлор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	без обробки	0,25 ± 0,01	7,20 ± 0,45
Пропакхлор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	гумат натрію	0,71 ± 0,04	10,69 ± 0,49
Пропакхлор, 8 кг/га + олеогезаприм, 2,5 л/га	без обробки	0,26 ± 0,02	6,33 ± 0,40
Пропакхлор, 8 кг/га + олеогезаприм, 2,5 л/га	гумат натрію	0,66 ± 0,05	11,44 ± 0,59

**Примітка:** \* – варіанти, відносно яких спростована гіпотеза про наявність розбіжностей з контролем.

Таблиця 3

**Вплив гербіцидів на стан пилку рослин сорго**

Варіанти	Стерильність пилку, %	Об'єм фертильних пилкових зерен, $\times 10^3$ мкм <sup>3</sup>
Контроль (ручні прополки)	18,06 ± 0,48	11,55 ± 0,12
Дуал, 4 л/га	31,00 ± 0,62	10,55 ± 0,08
Примекстра, 5 кг/га	27,74 ± 0,68	10,96 ± 0,13
Пропакхлор, 8 кг/га	24,72 ± 1,92	12,33 ± 0,31 *
Пропакхлор, 8 кг/га + атразин, 2 кг/га	44,98 ± 1,62	14,23 ± 0,18
Пропакхлор, 8 кг/га + олеогезаприм, 2,5 л/га	25,90 ± 0,98	12,93 ± 0,37
Пропакхлор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	28,44 ± 0,89	13,15 ± 0,38

**Примітка:** \* – варіанти, відносно яких спростована гіпотеза про наявність розбіжностей з контролем.

Зростання стерильності пилку рослин сорго супроводжувалося зменшенням об'єму фертильних пилкових зерен під впливом дуалу та примекстри і його зростанням у варіантах із комбінованим використанням пропакхлору та атразину з олеогезапримом. Це свідчить про специфічність пристосувальних реакцій репродуктивної сфери сорго до гербіцидів із різною діючою речовиною. Оскільки вплив гербіцидів на ростові процеси відзначався неспецифічністю, то наявність таких різних форм реакції дозволяє припустити, що діюча речовина гербіцидів у вегетативній і репродуктивній сферах культурних рослин провокує різні адаптивні ефекти.

Унаслідок цього виникає питання відносно того, як саме процеси вегетативного розвитку реалізуються у репродуктивній сфері. Для відповіді на нього використано можливості кореляційного та регресійного аналізів, що дало змогу одержати відповідні коефіцієнти кореляції та математичні моделі, наведені у табл. 4.

Аналіз наведених коефіцієнтів кореляції дозволяє вважати, що між ростовими процесами (висотою рослин і площею листя) та стерильністю пилку існує досить сильний від'ємний кореляційний зв'язок: чим краще розвинена вегетативна сфера, тим меншою стерильністю відзначається пилку культурних рослин. Наявність додатнього коефіцієнта кореляції між висотою рослин і об'ємом фертильних пилкових зерен свідчить про те, що нормальне протікання процесів вегетативного розвитку є суттєвим і для формування життєздатних чоловічих гамет. Між стерильністю пилку та об'ємом фертильних пилкових зерен сила лінійного зв'язку настільки слабка, що її

можна не враховувати. Це – додаткове свідчення на користь того, що розвиток репродуктивної сфери є системним і майже повністю зумовлюється попередніми вегетативними процесами. Він практично не залежить від стану окремих внутрішніх складових досліджуваної системи, взаємодія між якими не відноситься до лінійної. Загалом, це стосується всіх одержаних моделей, які дозволяють достатньо впевнено стверджувати, що процеси вегетативного та репродуктивного розвитку досить складні, залежать від багатьох чинників і розгортаються у часі системно.

Таблиця 4

Система зв'язків між вегетативною та репродуктивною сферами

X – незалежна змінна	Y – залежна змінна	Коефіцієнт кореляції	Математична модель
Висота рослин	Площа листя	0,87	$y = 60,04 - 3506,59/x$
Висота рослин	Стерильність пилку	-0,82	$y = 1/(0,52 - 31,89/x)$
Висота рослин	Об'єм фертильних пилкових зерен	0,84	$y = -29,36 + 0,61x$
Площа листя	Стерильність пилку	-0,97	$y = 76,90 - 27,28 \ln x$
Стерильність пилку	Об'єм фертильних пилкових зерен	0,24	$y = 1/(0,11 - 0,53/x)$

Для оцінки системних властивостей репродуктивної сфери сорго та її залежності від попереднього онтогенезу використовували окремі інформаційні характеристики (максимальна та поточна інформаційна ентропія, або негентропія, відносна ентропія, або коефіцієнт стиснення інформації, коефіцієнт відносної організації або надмірності системи, ступінь ненадійності системи тощо), які представлені у табл. 5.

Поточна невизначеність досліджуваної системи лінійного росту рослин збільшується в усіх варіантах із гербіцидами, а надмірність відповідних систем суттєво зменшується. Це свідчить, що під впливом використання хімічних засобів боротьби з бур'янами вичерпуються резервні можливості рослин і система із ймовірно-детермінованої стає ймовірною.

Така система відзначається гіршою організованістю, ненадійність її функціонування суттєво зростає. За цих умов реальним стає наближення до біфуркаційної точки, в якій майбутнє системи стає принципово непередбачуваним, а вона сама виявляється надзвичайною чутливістю до впливу будь-яких зовнішніх факторів. При цьому для досить тендітних культурних рослин можливість швидкої та ефективної адаптації мало ймовірна, а перспектива загибелі – цілком вірогідна. Завадити цьому можна лише за допомогою якісних протекторів або адаптогенів широкого спектра. Одним із таких препаратів може бути гумат натрію, на фоні використання якого суттєво зростає надійність функціонування ростових систем.

Зокрема про це свідчить від'ємний знак у показниках еквівокації (ненадійності). Одночасно збільшується коефіцієнт надмірності, що свідчить про наявність додаткового резерву елементів, необхідних для підтримки існуючої організації та формування нових пристосувальних ознак. Аналогічний перебіг подій виявився типовим і для таких ознак, як листкова поверхня, стерильність пилку та об'єм фертильних пилкових зерен. Це свідчить про те, що віднайдені залежності мають загальнобіологічний, системний характер.

Специфічність відповідних ефектів полягає лише у ступені реалізації тих чи інших системних подій. Зокрема, для листової поверхні показано, що гумат натрію на фоні примекстри тільки суттєво послаблює її негативну дію, зумовлюючи певне зростання упорядкованості системи, тоді як токсичні впливи пропахлору з 2,4-ДА нейтралізуються повністю і навіть спостерігається певна стимуляція організованості та надійності функціонування систем, пов'язаних із накопиченням вегетативної маси культурними рослинами.

Таблиця 5

**Інформаційні характеристики системного розвитку рослин**

Варіанти	$H_{max}$	$H$	$h$	$R$	$O$	$D$
Висота рослин						
Контроль	2,6	2,3	0,9	11,5	0,3	–
Дуал, 4 л/га	2,5	2,4	1,0	4,0	0,1	7,5
Примекстра, 5 кг/га	2,7	2,5	0,9	7,4	0,2	4,1
Примекстра, 5 кг/га + гумат натрію	2,4	2,0	0,8	16,7	0,4	–5,2
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	2,9	2,7	0,9	6,9	0,2	4,6
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га + гумат	2,2	1,8	0,8	18,2	0,4	–6,7
Листова поверхня						
Контроль	3,1	2,7	0,87	12,9	0,4	–
Дуал, 4 л/га	2,9	2,7	0,93	6,9	0,2	6,0
Примекстра, 5 кг/га	3,0	2,8	0,93	6,7	0,2	6,2
Примекстра, 5 кг/га + гумат натрію	2,7	2,4	0,88	11,1	0,3	1,8
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	2,9	2,8	0,97	3,4	0,1	9,5
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га + гумат	3,2	2,6	0,81	18,9	0,6	–6,0
Стерильність пилку						
Контроль	3,3	2,8	0,85	15,2	0,5	–
Дуал, 4 л/га	3,5	3,3	0,94	5,7	0,2	9,5
Примекстра, 5 кг/га	3,2	3,0	0,94	6,3	0,2	8,9
Примекстра, 5 кг/га + гумат натрію	2,7	2,2	0,81	18,5	0,5	–3,3
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	3,4	3,1	0,91	8,8	0,3	6,4
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га + гумат	3,1	2,7	0,87	12,9	0,4	2,3
Об'єм фертильних пилових зерен						
Контроль	2,9	2,5	0,86	13,7	0,4	–
Дуал, 4 л/га	3,2	3,0	0,94	6,3	0,2	7,4
Примекстра, 5 кг/га	2,7	2,6	0,96	3,7	0,1	10,0
Примекстра, 5 кг/га + гумат натрію	3,4	2,8	0,82	17,6	0,6	–3,9
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га	3,0	2,9	0,97	3,3	0,1	10,4
Пропаклор, 8 кг/га + 2,4-ДА, 1,5 л/га + гумат	3,1	2,6	0,84	16,1	0,5	–2,4

**Примітки:**  $H_{max}$  – інформаційна ентропія (негентропія), яка відображає кількість інформації, що необхідна для підвищення упорядкованості системи;  $H$  – поточна невизначеність системи;  $h$  – відносна ентропія або коефіцієнт стиснення інформації;  $R$  – коефіцієнт надмірності системи (системи з  $R = 10\text{--}30\%$  відносяться до ймовірно-детермінованих, а, якщо  $R = 0\text{--}10\%$  – до ймовірнісних систем);  $O$  – абсолютна організація системи;  $D$  – ненадійність передачі інформації.

Натомість, процеси формування гамет краще оптимізуються гумусовими речовинами саме на фоні примекстри. Відносна ентропія при цьому зменшується, що свідчить про спрямованість подальшого розвитку системи у напрямку зростання організації та надійності функціонування, тобто більшої адаптованості репродуктивної сфери культурних рослин до гербіцидного стресу.

### Висновки

Гербіциди дуал, примекстра, пропаклор та його комплексне використання з олео-гезапримом і 2,4-ДА суттєво гальмують не тільки вегетативний, а й репродуктивний розвиток культурних рослин. Відповідні процеси, пов'язані між собою, становлять єдину систему рослинного організму, яка під впливом гербіцидів зазнає наступних модифікацій: зростає неупорядкованість, поточна та відносна ентропія; зменшується надмірність і резервні можливості; погіршується ступінь організації та збільшується ненадійність функціонування. Це призводить до принципової неможливості самостійного розгортання адаптаційних процесів і майже певної загибелі. Нормалізувати стан культурних рослин і поліпшити їх пристосувальні можливості можна за допомогою фізіологічно активних гумусових речовин, зокрема гумату натрію, який допомагає відновити та зберегти адаптаційний потенціал рослинного організму.

## Бібліографічні посилання

1. Вплив залишкових кількостей гербіцидів у зерні кукурудзи на адаптивний потенціал насіння / І. О. Філонік, Н. О. Хромих, І. М. Суханова, О. Ф. Садовська // Екологія кризових регіонів України. Тези Міжн. конф. – Д.: РВВ ДНУ, 2001. – С. 99.
2. Исаков Я. И. Сорго. – М.: Россельхозиздат, 1992. – 133 с.
3. Леонтьук А. С. Информационный анализ в морфологических исследованиях / А. С. Леонтьук, Л. А. Леонтьук, А. И. Сыкало. – Минск: Наука и техника, 1991. – 160 с.
4. Негрецька Г. М. Вплив гумату натрію на ріст проростків маслички вузьколистий в умовах забруднення ґрунту сполуками сірки та фтору / Г. М. Негрецька, О. Ю. Приседська // Пробл. суч. екології. Тези Міжн. конф. – Запоріжжя, 2000. – С. 29.
5. Хромих Н. О. Накопичення ацетохлору в органах гібридів кукурудзи та їх стійкість до хімічного забруднення / Н. О. Хромих, О. М. Вінниченко // Екологія кризових регіонів України. Тези Міжн. конф. – Д.: РВВ ДНУ, 2001. – С. 100.
6. Щербаков В. Я. Сорго на зерно // Кормопроизводство. – 1981. – № 12. – С. 22–23.
7. Щербаков В. Я. Зерновое сорго. – Киев–Одесса: Вища школа, 1983. – 192 с.

Надійшла до редколегії 18.12.05.

УДК 579.61:616–078+618.21

С. И. Паранько, В. Г. Гаврилюк, Л. П. Голодок, А. И. Винников

*Днепропетровский национальный университет*

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЫХАНИЯ У КЛИНИЧЕСКИХ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНЫХ ШТАММОВ СТАФИЛОКОККОВ

Із репродуктивного тракту жінок, котрі не виношували вагітність, виділено 54 штами стафілококів із різним рівнем стійкості до ряду антибіотиків. Проведено дослідження дихальної активності у виділених культур. Показана інтенсифікація процесів ендогенного дихання клітин стафілококів у результаті розвитку стійкості до антимікробних препаратів.

54 staphylococcus strains with different resistance levels to a number of antibiotics have been extracted from the reproductive canal of women who had a miscarriage. The respiration activity of the selected cultures has been studied. Endogenic respiration processes in staphylococcus cells intensified in consequence of the development of antimicrobial medication resistance.

### Введение

Инфекции стафилококковой этиологии занимают особое место ввиду их широкого распространения в акушерско-гинекологической практике и ежегодного увеличения числа множественноустойчивых штаммов, являющихся причиной тяжелых внутрибольничных инфекций [1–3; 5; 11; 12]. Неоспоримым является тот факт, что плазмидам принадлежит главная роль в распространении лекарственной устойчивости в популяции стафилококков [8]. Присутствие плазмид антибиотикорезистентности в клетках бактерий может вызывать изменения различного характера в проявлении биологических свойств, в частности, продукции факторов патогенности и персистенции, направленности метаболических процессов и реализации клеточных регуляторных механизмов [7; 10]. Все эти изменения обуславливают возникновение острых или хронических форм инфекций, затрудняют диагностику, а следовательно, терапию и профилактику заболеваний различной этиологии [4; 6]. Между тем, данные о влиянии внехромосомных генетических элементов на обменные процессы у различных видов микро-

© С. И. Паранько, В. Г. Гаврилюк, Л. П. Голодок, А. И. Винников, 2006